

# Sistema de transiciones para la dinámica de interacción argumentativa entre agentes

Juan Carlos Teze, Sebastian Gottifredi,  
Alejandro Javier García y Guillermo Ricardo Simari

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)  
Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA)  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación (DCIC)  
Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina  
e-mail: {jct, sg, ajg, grs}@cs.uns.edu.ar

**Resumen** En los sistemas multi-agentes la comunicación es imprescindible para que los agentes puedan lograr algún objetivo o realizar una tarea. En este contexto, definir la forma de interacción es fundamental para llevar un diálogo coherente. Sin embargo, no es sencillo formalizar dicha interacción en entornos complejos donde la información que los agentes manejan es incompleta o incluso sus elecciones dependen de otros agentes, principalmente al momento de establecer la información a intercambiar. En este trabajo se presentará un modelo de interacción para diálogos argumentativos. El modelo se focalizará en la dinámica intrínseca a la interacción del intercambio de argumentos, el cual será formalizado mediante un sistema de transiciones.

## 1. Introducción

En los últimos años, el interés de las Ciencias de la Computación por los sistemas multi-agente se ha incrementado notoriamente (ver por ejemplo [5]). Resultan de particular interés aquellos sistemas donde cada agente posee información incompleta sobre un entorno dinámico y cambiante, resultando predominante la interactividad entre estos agentes como característica distintiva. Este interés se debe fundamentalmente al crecimiento de las redes de comunicación y la demanda cada vez mayor de sistemas donde la interactividad es un elemento clave para que los mismos logren sus objetivos. En la actualidad esta característica se puede observar tanto en las redes sociales, los simuladores computacionales [9], en los sistemas de tutorías inteligentes, así como también en los sistemas de soporte a las decisiones [2, 1], entre otros.

Según [12] unas de las propiedades básicas de los agentes inteligentes es la habilidad social, esto es interactuar con otros agentes, y posiblemente con humanos, por medio de algún tipo de lenguaje de comunicación. En este trabajo, esta interacción se estructurará a través de diálogos entre agentes. Un diálogo está definido como una secuencia de actos del habla [10] intercambiados entre

dos interlocutores siguiendo un esquema de turnos. En este intercambio el tipo de interacción puede cambiar dependiendo del tipo de diálogo: Persuasión, Negociación, Indagación, Deliberación o Consulta. Es decir, el tipo de diálogo influye significativamente en los mecanismos de interacción utilizados en una conversación. Es por esto que la idea en esta publicación es analizar la forma en que se lleva a cabo la interacción para luego definir un formalismo para modelarla.

El marco conceptual donde se desarrolla la argumentación rebatible[7,8], el cual permite tanto representar conocimiento como razonar en base al mismo, otorga un escenario ideal para que múltiples entidades interactúen entre sí. De hecho, el razonamiento argumentativo, a través del intercambio de razones, denominadas argumentos, se asemeja a un diálogo.

Una de las motivaciones del presente trabajo se originó al evaluar que, en un entorno realista de multi-agentes, no es una buena idea que los agentes que intervienen unan sus conocimientos y luego razonen a partir de estos, o que en una interacción un agente le envíe a otro todos los argumentos posibles para una consulta dada. Esto se debe principalmente a que, por un lado, los agentes deberían solamente utilizar el conocimiento relevante (cada agente podría tener una gran base de conocimiento por lo que no sería eficiente unir toda esa información si se va usar una parte de ella). Por otro lado, cada agente podría tener información privada que no quiere compartir con los demás.

Para estudiar el problema de formalizar una interacción tal que el intercambio sea únicamente de ciertos argumentos; consideremos el siguiente ejemplo:

**Ejemplo 1** *Supongamos que Juan desea viajar de Buenos Aires a Montevideo a una entrevista de trabajo. Se dirige a una agencia de viajes la cual le sugiere dos alternativas. La primera, que viaje en colectivo de noche. Esta opción es descartada por Juan ya que si viaja de noche no puede dormir bien. La segunda opción es viajar en avión. Sin embargo, para Juan el costo es muy alto. Por lo que la agencia le ofrece un descuento si paga con tarjeta. Más allá del beneficio la opción es descartada por que el avión llega a Montevideo muy sobre la hora de la entrevista. Finalmente la agencia le propone otra alternativa, la de viajar en barco. El viajante decide optar por esta última opción.*

El objetivo general en este trabajo es presentar un modelo de interacción para diálogos argumentativos. El modelo se focalizará en la dinámica intrínseca a la interacción del intercambio de argumentos, como el que se presentará en el ejemplo 1, el cual será formalizado mediante un sistema de transiciones. El artículo está organizado de la siguiente manera. En la sección 2 se describen los conceptos básicos de argumentación. En la siguiente sección se presentan las principales contribuciones de este trabajo. Se proponen los conceptos necesarios para poder definir el sistema de transición. Al final de dicha sección se mostrará con un ejemplo integrador el sistema propuesto, de manera tal que se aplicarán todos los conceptos desarrollados a lo largo del artículo. Finalmente, la sección 4 incluye las conclusiones del trabajo y las líneas futuras de investigación.

## 2. Preliminares

En esta sección se presentan los conceptos básicos de argumentación usados a lo largo del trabajo. Estos se basan en algunas de las nociones definidas en [4].

En este trabajo se modelarán a los argumentos como entidades abstractas que tienen una conclusión. A los argumentos se los notará con letras mayúsculas y para obtener la conclusión de dicho argumento se usará la función  $conc(A)$ , donde  $A$  es un argumento.

En argumentación los argumentos podrían estar en conflicto. Cuando dos argumentos se encuentran en conflicto, para determinar qué argumento será aceptado, es necesario observar cuál de ellos será derrotado. En la actualidad existen en la literatura numerosos criterios de comparación. Por lo tanto este artículo se abstrae de dicho proceso y se definirá la función  $derrot(A_1, A_2)$ , tal que devuelve  $\top$  si  $A_1$  es un derrotador de  $A_2$  y  $\perp$  en caso contrario.

Un argumento que sustenta una conclusión podrá ser derrotado por otro argumento que lo contradiga. Siguiendo el ejemplo 1, el argumento “Juan no puede dormir bien si viaja de noche” será un derrotador para el argumento “Viajar en colectivo de noche”, el cual sustenta la conclusión “Viajar de Buenos Aires a Montevideo”. Dicho derrotador podrá a su vez ser derrotado, y así sucesivamente, generando una secuencia de argumentos llamada línea de argumentación.

**Definición 1 (Línea de Argumentación)** [11] *Sea  $A_0$  un argumento. Una línea de argumentación es una secuencia  $[A_0, A_1, A_2, \dots]$ , donde cada argumento  $A_{i+1}$  es un derrotador de  $A_i$ .*

Si se considera el proceso argumentativo completo, cada argumento puede tener múltiples derrotadores. Para determinar si un argumento es aceptado es necesario analizar todas las líneas argumentativas que lo tienen como primer elemento. Este análisis lleva a una estructura de árbol conocida como árbol de dialéctica.

**Definición 2 (Árbol de Dialéctica)** [11] *Para cada argumento puede existir más de un derrotador. La presencia de múltiples derrotadores para un argumento produce una ramificación de líneas de argumentación, dando origen a un árbol de derrotadores que se denominará árbol de dialéctica. En este árbol, cada camino desde la raíz hasta una hoja corresponde a una línea de argumentación.*

Para determinar el estado del argumento raíz su árbol de dialéctica es marcado. El marcado es un proceso que va desde las hojas hasta la raíz. Los nodos hoja del árbol de dialéctica corresponden a argumentos no derrotados, que serán marcados como “U”. Un nodo interno que tiene al menos un nodo hijo marcado como “U”, será marcado como “D”. Si el nodo interno tiene todos sus hijos marcados como “D”, entonces será marcado como “U”.

## 3. Comunicación entre agentes

En el trabajo se propone que la interacción dada en una conversación, siempre en un contexto argumentativo, se inicia con una consulta. Esta consulta es el

punto de inicio para la secuencia de hilos de conversación generados a partir de los argumentos y contraargumentos que en dicho proceso intercambian los agentes interlocutores.

A continuación, se presentarán los aportes del presente trabajo. A fin de mejorar la presentación, se ha decidido dividirlos en dos secciones. En la sección 3.1 se desarrollará un modelo de comunicación en donde el eje central son los hilos de conversación que se generan a medida que el diálogo avanza. En la sección 3.2 se formalizará la dinámica intrínseca a la interacción a través de un sistema de transición de estados.

### 3.1. Modelo de Comunicación

En un contexto basado en argumentación rebatible, los agentes establecen una conversación intercambiando argumentos; argumento como pieza de razonamiento a favor o en contra de cierta conclusión. Como se ha señalado, abordar el modelo de interacción planteado constituye un problema. Sin embargo, la estrategia sugerida brinda una guía conceptual que aborda este tópico en principio a través de lo que se denominará hilos de conversación. En particular este aporte es esencial para lo que posteriormente se definirá como conversación.

En el dialogo los agentes intercambian cierta información. Los hilos de conversación estarán constituidos por esta información encapsulada en lo se denominará, mensaje argumentativo.

**Definición 3 (Mensaje argumentativo)** *Un mensaje argumentativo es una tupla  $\langle A, q, AG \rangle$  donde  $AG$  es el agente que envía el mensaje,  $q$  es la consulta y  $A$  puede ser o bien un argumento para  $q$  o bien la constante “end”.*

Supongamos que el argumento  $A$  de un mensaje argumentativo que sustenta una conclusión  $q$  puede ser atacado por otros argumentos derrotadores. Dichos derrotadores pueden a su vez ser derrotados, y así sucesivamente, generando una secuencia de mensajes argumentativos a la que llamaremos hilo de conversación. Este concepto es similar al definido en [4] como línea de argumentación.

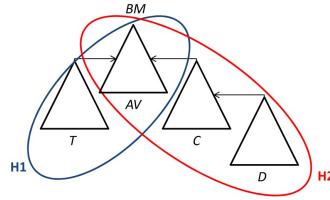
**Definición 4 (Hilo de conversación)** *Sea el mensaje argumentativo  $\langle A_0, q_0, AG \rangle$ . Un hilo de conversación es una secuencia denotada  $T = [\langle A_0, q_0, AG \rangle, \langle A_1, q_1, AG \rangle, \langle A_2, q_2, AG \rangle, \dots, \langle A_n, q_n, AG \rangle]$  donde cada argumento  $A_{i+1}$  es un derrotador de  $A_i$  si se cumple que  $\text{derrot}(A_{i+1}, A_i)$  devuelve  $\top$ .*

**Ejemplo 2** *Siguiendo el ejemplo 1. Supongamos que la consulta y los argumentos estarán definidos de la siguiente forma:*

- \* *La consulta realizada por el viajante “Viajar de Buenos Aires a Montevideo. Llegar antes de las 10:30am”, se la notará con BM.*
- \* *Los argumentos:*
  - *El argumento “Viajar en colectivo de noche. Llegar una hora antes de las 10am. Viaje de 8 horas. Opción más barata” para la consulta BM, se lo notará con BN.*

- El argumento “Si viajo de noche no puedo dormir” tal que es un derrotador para BN, se lo notará con ND.
- El argumento “Viajar en colectivo de día. Llegar a la noche del día anterior. Viaje de 8 horas” para la consulta BM, se lo notará con BD.
- El argumento “Viajar en barco. Llegar a las 09:30am. Viaje de 4 horas. Segunda opción más barata después del colectivo” para la consulta BM, se lo notará con B.
- El argumento “Viajar en avión. Viaje de 1 hora. Llegar 10:30am. Opción más cara” para la consulta BM, se lo notará con AV.
- El argumento “Llego tarde” tal que es un derrotador para AV, se lo notará con T.
- El argumento “El costo del viaje es muy caro” tal que es un derrotador para AV, se lo notará con C.
- El argumento “Si paga con tarjeta se le hace un descuento en el precio del viaje” tal que es un derrotador para C, se lo notará con D.

Considerando los argumentos que se presentaron, en la figura 1 se pueden observar dos posibles hilos de conversación, H1 y H2:



**Figura 1.**

Para determinar si un argumento  $A$  no pertenece a un hilo de conversación  $T$ , se usará la función  $noPart(A, T)$ , tal que retorna  $\top$  cuando el argumento  $A$  no es parte de la conversación  $T$ , y retorna  $\perp$  en caso que  $A$  sea parte de  $T$ . Por otra parte, el accionar de los agentes puede llevarse a cabo en distintos escenarios. Por lo tanto, el tipo de interacción puede variar dependiendo del escenario en donde se desarrolle la misma. Teniendo en cuenta esto es necesario de algún mecanismo que regule o controle determinadas situaciones a fin de que la interacción, en ese determinado contexto, se desenvuelva coherentemente. Por ejemplo, una situación general que no es deseable es que un agente ingrese a un hilo de conversación un argumento que sea contradictorio al argumento que defiende. En [3] se definen como Restricciones de Dialéctica a los mecanismos para evitar estas situaciones de argumentación falaz. A estas restricciones en este trabajo se las agruparán en lo que se denominarán las restricciones de sensatez, aplicables sobre los hilos de conversación.

**Definición 5 (Restricciones de sensatez)** Sean  $RS$  Restricciones de sensatez, denotada como la secuencia  $RS = [R_1, R_2, \dots, R_n]$ , donde cada elemento  $R_i$  es una restricción de dialéctica.

Se dice que un hilo de conversación es sensato si cumple todas las condiciones que conforman a las restricciones de sensatez.

**Definición 6 (Sensatez)** Sea  $H$  un hilo de conversación y  $RS$  las restricciones de sensatez. Se dice que  $H$  es sensato con respecto a  $RS$ , si y solo si  $H$  satisface cada  $R_i$  en  $RS$ .

Analizar los hilos individualmente y de forma aislada, ayudará a caracterizar ciertas propiedades que se dan en el intercambio de argumentos importante en un juego dialógico. Desarrollados los conceptos de hilo de conversación y restricciones de sensatez, se esta en condiciones de formalizar el modelo de comunicación. El mismo estará representado en lo que se denominará conversación.

**Definición 7 (Conversación)** Sea  $RS$  el conjunto de restricciones de sensatez. Una conversación  $CO$  es un conjunto de hilos de conversación tal que  $\forall T \in CO$ ,  $T$  cumple  $RS$ .

**Ejemplo 3** Como se pudo observar en el ejemplo 1, la agencia de viajes le ofrece a Juan distintas alternativas de viaje para un destino en particular. En la siguiente figura se puede observar una conversación con sus distintos hilos de conversación.

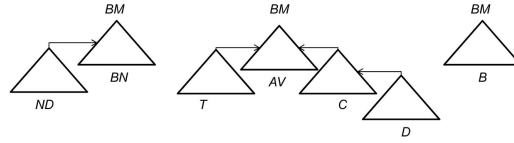


Figura 2.

### 3.2. Dinámica de Comunicación

Habiendo definido el modelo de comunicación en base a un conjunto de hilos, producto mismo de un escenario caracterizado por el intercambio de argumentos entre agentes. Es posible presentar la semántica de ejecución de una interacción entre agentes propiamente dicha. Esta semántica se definirá formalmente tomando la idea de los sistemas de transición[6]. Básicamente una interacción estará caracterizada por una secuencia de transición de estados. Una transición determinará como la interacción pasa de un estado a otro en un momento dado de la conversación.

La transición estará compuesta por tres elementos: un conjunto de condiciones que deben cumplirse para poder aplicar la transición y dos estados (origen y destino), los cuales describen como avanza la comunicación. La transición  $Tr$  se notará como:

$$Tr = \frac{Condic}{Estadoorigen \rightarrow Estadodestino}$$

En esta sección se utilizarán las funciones “derrot”, “conc” y “noPart”, para determinar si un argumento derrota a otro, la conclusión de un argumento y si un argumento pertenece a un hilo, respectivamente, las cuales fueron presentadas en secciones anteriores. Es importante que quede claro que la cantidad de condiciones dependerán de la implementación en cuestión.

Un estado de transición, encapsula el estado en que se encuentra una conversación en un momento dado. Por lo tanto estará caracterizado por una conversación, la consulta que se busca analizar, el último agente que agrego un argumento a la conversación y las restricciones de sensatez.

**Definición 8 (Estado de la transición)** *Un estado de transición es una tupla  $\langle q, CO, AG, RS \rangle$  donde  $q$  es una consulta,  $CO$  una conversación,  $AG$  el último agente que agregó un argumento a la conversación y  $RS$  las restricciones de sensatez. En particular se denotará al estado de transición inicial de una conversación como  $\emptyset$ .*

Es importante mencionar que la forma en que se realizará la transición de estados estará definida por el Protocolo de interacción. Este protocolo se asume público entre los agentes y será utilizado en la interacción de toda la comunicación. En este trabajo se propone un modelo de protocolo de interacción particular.

**Definición 9 (Protocolo de interacción)** *El Protocolo de interacción es un sistema de transiciones que contiene la Transición inicial, Transición de inicio de hilo, Transición General, Transición Final. Este protocolo denotará distintos momentos por los que pasa una transición de estados.*

Cuando una conversación es iniciada, esto es hay una consulta que responder, la siguiente transición puede usarse para generar un nuevo hilo dentro de la conversación, dando un argumento para la consulta.

**Definición 10 (Transición inicial)** *Sea el agente  $AG_i$  que realiza una consulta inicial  $q$ . La transición, denotada  $T_0$ , se define como:*

$$\frac{\top}{\emptyset \longrightarrow \langle q, \emptyset, AG_i, RS \rangle}$$

Un hilo de conversación se genera recién cuando alguno de los agentes argumente alguna conclusión. En el modelo presentado esto sucede por primera vez cuando el agente que recibe la consulta, contesta con un argumento que tiene como conclusión la consulta dada. Esto se puede observar en lo que se definirá como transición de inicio de hilo.

**Definición 11 (Transición de inicio de hilo)** *Sea la consulta inicial  $q$  realizada por el agente  $AG_i$ . Consideremos el estado de transición  $\langle q, \emptyset, AG_i, RS \rangle$  el cual es modificado por el agente  $AG_j$  a través del mensaje argumentativo  $m_j = \langle A_j, q_j, AG_j \rangle$ . Sea la transición, denotada  $T_1$ , se define como:*

$$\frac{conc(A_j)=q}{\langle q, \emptyset, AG_i, RS \rangle \longrightarrow \langle q, ([\langle A_j, q_j, AG_j \rangle]), AG_j, RS \rangle}$$

Cuando la conversación ya esta establecida, los agentes intercambian argumentos hasta llegar a un acuerdo. Este intercambio se definirá como transición general.

**Definición 12 (Transición general)** *Sea la consulta inicial  $q$  realizada por el agente  $AG_i$ . Sea el estado de transición  $\langle q, (CO \cup [m_1, m_2, \dots, \langle A_n, q_n, AG_n \rangle]), AG_i, RS \rangle$  el cual es modificado por el agente  $AG_j$  a través del mensaje argumentativo  $m_j = \langle A_j, q_j, AG_j \rangle$ . La transición general, denotada  $T_2$ , se define como:*

$$\frac{AG_i \neq AG_j \wedge AG_j \neq AG_n \wedge \text{derrot}(A_j, A_n) \wedge \text{conc}(A_j) = q_j \wedge \text{noPart}(A_j, [m_1, m_2, \dots, \langle A_n, q_n, AG_n \rangle])}{\langle q, (CO \cup [m_1, m_2, \dots, \langle A_n, q_n, AG_n \rangle]), AG_i, RS \rangle \longrightarrow \langle q, (CO \cup [m_1, m_2, \dots, \langle A_j, q_j, AG_j \rangle]), AG_j, RS \rangle}$$

Una vez que un agente decide finalizar la conversación, el mismo debe indicar de alguna forma, que no tiene más argumentos para la consulta inicial. En este sentido se representará dicha situación a través de la transición final.

**Definición 13 (Transición final)** *Sea el agente  $AG_j$ , el cual no tiene argumentos para la consulta  $q_j$  por lo que decide finalizar la conversación con el mensaje argumentativo  $m = \langle \text{end}, q_j, AG_j \rangle$ . La transición, denota  $T_3$ , se define como:*

$$\frac{AG_i \neq AG_j \wedge AG_j \neq AG_n}{\langle q, (CO \cup [m_1, m_2, \dots, \langle A_n, q_n, AG_n \rangle]), AG_i, RS \rangle \longrightarrow \langle q, (CO \cup [m_1, m_2, \dots, \langle \text{end}, q_j, AG_j \rangle]), \text{final}, RS \rangle}$$

Finalizada la conversación es necesario determinar la respuesta a la consulta inicial. Para esto se tendrá en cuenta el enfoque propuesto por [4], el cual a través del marcado de un árbol de dialéctica como se menciona en los preliminares, se puede determinar si un literal está garantizado o no. A diferencia de los árboles de dialéctica que se presentaron en los preliminares; en lugar de tener líneas de argumentación se tendrán hilos de conversación. En este trabajo el resultado del marcado devolverá YES si el argumento raíz del árbol esta marcado como “U” (no derrotado) y NO si esta marcado como “D” (derrotado). Se considerará que el procedimiento utilizado es abstracto, es decir, se definirá una función  $Eval(\langle q, (CO \cup [m_1, m_2, \dots, \langle \text{end}, q_j, AG_j \rangle]), \text{final}, RS \rangle)$  que se encargará de construir el árbol de dialéctica y llevar a cabo el marcado de cada nodo, en base a los hilos que recibe como entrada. Como se menciono previamente la respuesta puede ser YES o NO dependiendo del resultado del marcado del árbol.

**Definición 14 (Evaluación)** *Sea el estado final en una conversación  $\langle q, (CO \cup [m_1, m_2, \dots, \langle \text{end}, q_j, AG_j \rangle]), \text{final}, RS \rangle$ . La función  $Eval(\langle q, (CO \cup [m_1, m_2, \dots, \langle \text{end}, q_j, AG_j \rangle]), \text{final}, RS \rangle)$  es una función tal que su rango es  $\{YES, NO\}$  los cuales corresponden a la respuesta a la consulta inicial  $q$ .*

**Ejemplo 4** *Siguiendo el ejemplo 1 y 2 del viajante y la agencia de viajes. Consideremos la conversación entre el viajante  $AG_p$  y la agencia  $AG_o$ , modelada a través de la siguiente transición de estados:*

1. *El agente  $AG_p$  inicia la conversación con la consulta  $BM$  representada con la transición  $T_0$ .  
Estado de transición origen:  $\emptyset$   
Condición:  $\top$   
Estado de transición destino:  $\langle BM, \emptyset, AG_p, RS \rangle$ .*
2. *El agente  $AG_o$  responde a la consulta  $BM$  con el argumento  $AV$ . La transición queda representada con  $T_1$ .  
Estado de transición origen:  $\langle BM, \emptyset, AG_p, RS \rangle$   
Condición:  $\text{conc}(AV) = BM$   
Estado de transición destino:  $\langle BM, ([\langle AV, BM, AG_o \rangle]), AG_o, RS \rangle$*



3. Supongamos que  $AG_p$  envía el argumento  $C$  que es un derrotador del argumento  $AV$ . La transición quedaría definida por  $T_2$ , de la siguiente forma:

Estado de transición origen:  $\langle BM, ([\langle AV, BM, AG_o \rangle]), AG_o, RS \rangle$

Condición:

$$AG_o \neq AG_p \wedge AG_p \neq AG_o \wedge derrot(C, AV) \wedge conc(C) = AV \wedge noPart(C, [\langle AV, BM, AG_o \rangle])$$

Estado de transición destino:

$$\langle BM, ([\langle AV, BM, AG_o \rangle, \langle C, AV, AG_p \rangle]), AG_p, RS \rangle$$

4. Sea el agente  $AG_o$ , que intenta convencer a  $AG_p$  para que viaje en avión por lo que envía un contraargumento,  $D$ . La transición quedaría definida por  $T_2$ :

Estado de transición origen:

$$\langle BM, ([\langle AV, BM, AG_o \rangle, \langle C, AV, AG_p \rangle]), AG_p, RS \rangle$$

Condición:

$$AG_p \neq AG_o \wedge AG_p \neq AG_o \wedge derrot(D, C) \wedge conc(D) = C \wedge noPart(D, [\langle AV, BM, AG_o \rangle, \langle C, AV, AG_p \rangle])$$

Estado de transición destino:

$$\langle BM, ([\langle AV, BM, AG_o \rangle, \langle C, AV, AG_p \rangle, \langle D, C, AG_o \rangle]), AG_o, RS \rangle$$

5. Como resultado imaginemos que  $AG_p$  decide viajar en avión. Sea  $\langle end, D, AG_p \rangle$  el mensaje usado por  $AG_p$  para finalizar la conversación. La transición quedará definida por  $T_3$ :

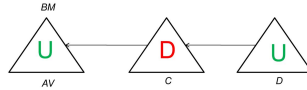
Estado de transición origen:  $\langle BM, ([m_1, m_2, \langle D, C, AG_o \rangle]), AG_o, RS \rangle$

Condición:  $AG_o \neq AG_p \wedge AG_p \neq AG_o$

Estado de transición destino:

$$\langle BM, ([m_1, m_2, m_3, \langle end, D, AG_p \rangle]), final, RS \rangle$$

Finaliza la conversación y generados los hilos, se puede verificar que la función  $Eval(\langle BM, ([m_1, m_2, m_3, \langle end, D, AG_p \rangle]), AG_p, RS \rangle)$  devuelve YES luego de que el proceso de marcado del árbol de dialéctica determina que el argumento raíz es “U”. En la figura se puede observar el marcado en el árbol de dialéctica construido a partir de los hilos.



**Figura 3.**

## 4. Conclusiones

En este trabajo se propuso un sistema formal de transición basado en argumentación para la interacción entre agentes. Para llegar a definir la semántica del mismo, se presentaron varios conceptos nuevos y necesarios como fueron los mensajes argumentativos, hilos de conversación, conversación y estado de transición

hasta llegar a la noción de protocolo de interacción. A partir de los conceptos presentados, en el ejemplo 4 se mostró como llevar a cabo una simple conversación a través del modelo propuesto. El resultado o respuesta del sistema, una vez finalizada la interacción, se obtuvo a través de una función, definida como “Eval”, cuya tarea fue generar el árbol de dialéctica y a partir de este, realizar el proceso de marcado de nodos.

Al modelar el sistema propuesto como la transición de un estado a otro, permitió demostrar que para avanzar en una conversación no es necesario que los agentes que intervienen tengan que reunir todos sus conocimientos para poder razonar. Es decir, la interacción puede ir evolucionando a través del intercambio de ciertos argumentos seleccionados en base a un determinado criterio de preferencia. De esta manera, se puede trasladar el modelo presentado a escenarios multi agentes más realistas.

En trabajos futuros se analizará como implementar el modelo propuesto en un lenguaje de representación de conocimiento como es DeLP. Por otra parte se buscarán formas de construir los argumentos en base a los argumentos recibidos, así como también se analizarán estrategias de interacción acorde al tipo de diálogo establecido (Persuasión, Negociación, Indagación, Deliberación o Consulta). Además se estudiarán aspectos relacionados a los criterios de preferencias para la selección de argumentos.

## Referencias

1. Chesñevar, C.I., Maguitman, A.G., Simari, G.R.: Argument-based user support systems using defeasible logic programming. In: AIAI. pp. 61–69 (2006)
2. Chesñevar, C.I., Sabaté-Carrové, M., Maguitman, A.G.: An argument-based decision support system for assessing natural language usage on the basis of the web corpus. *Int. J. Intell. Syst.* 21(11), 1151–1180 (2006)
3. Chesñevar, C.I., Simari, G.R.: A lattice-based approach to computing warranted beliefs in skeptical argumentation frameworks. In: IJCAI. pp. 280–285 (2007)
4. Garcia, A., Simari, G.: Defeasible logic programming: An argumentative approach. *Theory and Practice of Logic Programming (TPLP)* 4, 95–138 (2004)
5. Parsons, S., Sierra, C., Jennings, N.R.: Agents that reason and negotiate by arguing. *J. Log. Comput.* 8(3), 261–292 (1998)
6. Plotkin, G.D.: A structural approach to operational semantics. pp. 17–139 (2004)
7. Pollock, J.L.: Defeasible reasoning. *Cognitive Science* 11(4), 481–518 (1987)
8. Potter, W.D., Nute, D.: d-kdl: An eds environment incorporating defeasible reasoning. In: DS-3. pp. 529–538 (1988)
9. Sansores, C., Pavón, J.: Agent based simulation for social systems: From modeling to implementation. In: CAEPIA. pp. 79–88 (2005)
10. Searle, J.R.: *Speech acts: An essay in the philosophy of language*. Cambridge University Press, United Kingdom. (1969)
11. Simari, G.R., Chesñevar, C.I., García, A.J.: The role of dialectics in defeasible argumentation. In: XIV International Conference of the Chilean Computer Science Society (Nov 1994)
12. Wooldridge, M., Jennings, N.R.: Intelligent agents: Theory and practice. *Knowledge Engineering Review* 10(2), 115–152 (1995)